

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-259894

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 10-055013

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 06.03.1998

(72)Inventor : MIFUNE HIROYASU
TAKAHASHI YOSHITAKA
AKIYAMA HIROSHI
SARAYAMA SHOJI

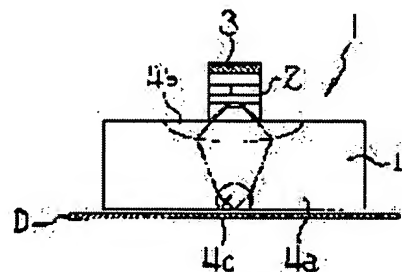
(54) OPTICAL PICKUP HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a small-sized optical pickup head which eliminates the need to adjust the optical axes of a solid immersion lens and of an objective, and enables high-density recording and reproduction.

SOLUTION: An optical pickup head 1 is formed as an integral part by stacking a surface light emission semiconductor laser 2 and a photodetecting element 3 in order on an optical element 4 molded integrally so that the optical axes of an objective 4b and a solid immersed lens 4c are aligned with each other.

Further, light which is emitted vertically by the surface light emission semiconductor laser 2 and converged by the objective 4b is made by the solid immersion lens 4c with a high refractive index into a fine spot, which irradiates an optical information recording medium D. Consequently, the need to adjust the optical axes of the objective 4b and of the solid immersion lens 4c is eliminated and high-density recording and reproduction become possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-259894

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-55013

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月6日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1丁目3番6号

(72) 発明者 三船 博庸

東京都大田区中馬込 1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 高橋 義孝

東京都大田区中馬込 1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 秋山 洋

東京都大田区中馬込 1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

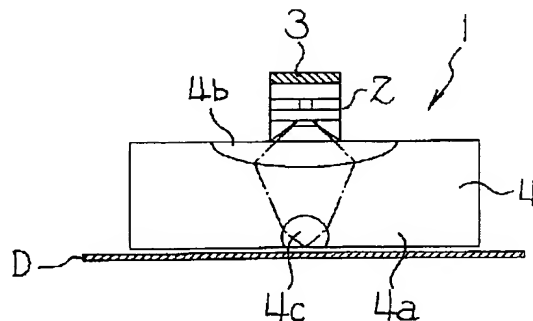
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップヘッド

(57) 【要約】

【課題】 ソリッドイマージョンレンズと対物レンズとの光軸調整を不要とし、かつ、高密度な記録・再生を可能にする小型の光ピックアップヘッドを得る。

【解決手段】 光ピックアップヘッド1が、対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとの光軸を一致させて一体に成形した光学素子4上に面発光半導体レーザ2と受光素子3とを順に積み重ねることにより一体に形成される。また、面発光半導体レーザ2から垂直方向に出射されて対物レンズ4bにより集束された光は、高屈折率のソリッドイマージョンレンズ4cによって微小スポットにされて光情報記録媒体Dに照射される。これにより、対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとの光軸調整が不要とされ、かつ、高密度な記録・再生が可能な小型の光ピックアップヘッド1が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 垂直方向に共振器を構成してレーザ光を垂直方向に射出する面発光半導体レーザと、この面発光半導体レーザから射出されたレーザ光を集束する対物レンズとこの対物レンズにより集束されたレーザ光を光情報記録媒体上に照射させるソリッドイマージョンレンズとを光軸を一致させて一体に成形した光学素子と、この光学素子と前記面発光半導体レーザとを介して前記光情報記録媒体からの反射光を受光する受光素子と、を備える光ピックアップヘッド。

【請求項 2】 面発光半導体レーザと受光素子とを光学素子の対物レンズ上に順に積み重ねて一体に成形した請求項 1 記載の光ピックアップヘッド。

【請求項 3】 水平方向に共振器を構成してレーザ光を水平方向に射出する端面発光半導体レーザと、この端面発光半導体レーザから射出されたレーザ光を集束する対物レンズとこの対物レンズにより集束されたレーザ光を光情報記録媒体上に照射させるソリッドイマージョンレンズとを光軸を一致させて一体に成形した光学素子と、この光学素子と前記端面発光半導体レーザとを介して前記光情報記録媒体からの反射光を受光する受光素子と、を備える光ピックアップヘッド。

【請求項 4】 光の進行方向を 90° 回転させる反射光学系を対物レンズ上に更に備え、この反射光学系と端面発光半導体レーザと受光素子とを光学素子上に順に並べて一体に成形した請求項 3 記載の光ピックアップヘッド。

【請求項 5】 複数の受光素子を光学素子の対物レンズ上に並べて一体に形成し、これらの受光素子における受光量により光情報記録媒体に対する傾きを検出・修正するヘッド傾斜検出・修正手段を備える請求項 2 又は 4 記載の光ピックアップヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一記載の光ピックアップヘッドをアレイ状に並べて形成した光ピックアップヘッド。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれか一記載の光ピックアップヘッドを光情報記録媒体の回転に伴って浮上するスライダに搭載した光ピックアップヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光情報記録媒体の記録面上に光スポットを照射して情報の記録、再生又は消去を行う光ピックアップヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の光ピックアップヘッドの一例について図 11 に基づいて説明する。図 11 に示すように、従来の光ピックアップヘッドは、レーザ光源としての半導体レーザ（以下、LD という）101 と、コリメータ

レンズ 102 と、偏光ビームスプリッタ 103 と、 $1/4$ 波長板 104 と、対物レンズ 105 と、集光レンズ 106 と、フォトダイオード（以下、PD という）107 とを主体に構成されている。このような構成において、LD 101 から射出された直線偏光のレーザ光は、コリメータレンズ 102 によって略平行光とされ、偏光ビームスプリッタ 103 と $1/4$ 波長板 104 とで構成される光アイソレータにおいて直線偏光から円偏光に変換される。円偏光に変換された光は、対物レンズ 105 により集光され、光情報記録媒体である光ディスク d の記録面上に光スポットの状態に照射される。この光ディスク d の記録面からの反射光は逆の経路を辿り、対物レンズ 105 を通過し、 $1/4$ 波長板 104 により偏光方向を 90° 回転した直線偏光に変換された後、偏光ビームスプリッタ 103 により集光レンズ 106 方向に反射される。偏光ビームスプリッタ 103 により反射された光は、集光レンズ 106 により集光され、PD 107 に入射される。PD 107 では、光ディスク d の記録面上にマークを有するか否かにより生じる反射率の違いに応じて変化する反射光の出力量を検出する。これにより、サーボ信号（フォーカスエラー信号、トラックエラー信号）の検出や、光ディスク d に対する記録信号の記録、再生又は消去が行われる。

【0003】 ところで、近年においては、光情報記録媒体である光ディスク d 等の高密度化が進んでいる。このような高密度化された光ディスク d について記録再生等するためには、光ディスク d の記録面上でのスポットサイズ w ($w \propto \lambda / \sin \theta'$) を小さくする必要がある。ここで、 θ' は対物レンズ 105 の出射角、 λ はレーザ光の波長である。また、対物レンズ 105 の開口数 (NA) と対物レンズ 105 の出射角 θ' とは、 $NA = \sin \theta'$ の関係にある。

【0004】 ところが、上述したような光ピックアップヘッドによって光ディスク d を照射した場合におけるその光ディスク d の記録面上でのスポットサイズ w は、光の回折限界によりレーザ光の波長程度の大きさでしか得られない。スポットサイズ w をさらに小さくするためには、レーザ光の波長を短くするか、NA を大きくするために対物レンズ 105 の径を大きくすることが考えられる。しかしながら、より波長の短いレーザ光を発生する半導体レーザの開発は容易ではなく、また、径の大きな対物レンズ 105 を採用してしまうと装置が大型化してしまうとともにフォーカス制御等が困難となる。

【0005】 そこで、図 12 に示すように、対物レンズ 105 と光ディスク d との間にソリッドイマージョンレンズ (Solid Immersion Lens) 108a 又は 108b を設け、これらのソリッドイマージョンレンズ 108a 又は 108b を介して光ディスク d の記録面を照射することにより、スポットサイズ w を小さくするようにした光ピックアップヘッドが考えられている（例えば、特開平

5-189796号公報や「Digest of Optical Data Storage, Dana Point (1994)」の「ULTRA HIGH DENSITY RECORDING USING ASOLID IMMERSIONLENS」参照)。図12(a)に示す構成によれば、入射面側が球面状であって出射面側が平面とされている半球形状のソリッドイマージョンレンズ108aに對物レンズ105で集光された光が入射すると、その入射光は出射面側の平面の中心に集束する。また、このソリッドイマージョンレンズ108aと光ディスクdの記録面との間隔がレーザ光の波長以下の間隔

(例えば、100nm以下)である場合には、ソリッドイマージョンレンズ108aの出射面側の平面に形成されるスポットサイズwと、光ディスクdの記録面上に形成されるスポットサイズとは略同一になる。これにより、ソリッドイマージョンレンズ108aの屈折率をnとすると、そのスポットサイズwは、

$w \propto \lambda / n \sin \theta$ となるので、NAをn倍にした場合と同等の効果が得られ、より小さなスポットサイズwを得ることができる。

【0006】また、図12(b)に示す構成によれば、ソリッドイマージョンレンズ108bの形状を図12(a)のソリッドイマージョンレンズ108aに比べて超半球形状としたことにより、スネルの法則が適用されるので、そのスポットサイズwは、

$w \propto \lambda / n^2 \sin \theta$ となる。すなわち、ソリッドイマージョンレンズ108bを適用した場合のほうがソリッドイマージョンレンズ108aを適用した場合よりも小さなスポットサイズwを得ることができる。

【0007】また、このようなソリッドイマージョンレンズ108a又は108b(以下、ソリッドイマージョンレンズ108という)を光ピックアップヘッドに適用する場合には、図13に示すようにソリッドイマージョンレンズ108を光ディスクdから所定の間隔において設けられたスライダ109に搭載した浮上ヘッドが、米国特許 第5,497,359号明細書に示されている。このスライダ109は、ソリッドイマージョンレンズ108の形成材料と同一の材料で形成されることが多い。このような構成の光ピックアップヘッドは、對物レンズ105で集光された光をソリッドイマージョンレンズ108の球面で若干屈折させることにより、スライダ109の底部に光を集束するようにしている。このような光ピックアップヘッドにおいて、例えば、ソリッドイマージョンレンズ108の屈折率nを1.83、NAを0.5、レーザ光の波長を830nm、スライダ109と光ディスクdとの間隔を100nmにそれぞれ設定した場合に得られるスポットサイズwは360nmであり、レーザ光の波長以下となる。

【0008】一方、近年においては、光ピックアップヘッドの小型軽量化が要望されている。この要望に応じて、半導体レーザの自己結合効果を用いた自己結合型光

ピックアップヘッド(SCOOP)が、例えば特開平5-20725公報に示されている。ここで、図14は自己結合型光ピックアップヘッドの一例を示す構成図である。図14に示す光ピックアップヘッドは、LD101と、コリメータレンズ102と、對物レンズ105と、PD107とを主体に構成されている。ここで、LD101には、端面発光型が適用されている。このような構成において、LD101のコリメータレンズ102側の端面から出射された直線偏光のレーザ光は、コリメータレンズ102によって略平行光とされ、對物レンズ105により集光され、光ディスクdの記録面上に集束して光スポットの状態では照射される。この光ディスクdからの反射光は逆の経路を辿り、LD101の光ディスク側端面に戻り、外部共振器が構成される。この戻り光がある場合には、LD101の自己結合効果により、注入電流の閾値が戻り光の強度に比例して低下する。すなわち、戻り光がある場合と戻り光がない場合との中間の電流値を注入電流の電流値として設定しておけば、光ディスクdからの反射光の強度に応じてLD101からのレーザ光の出力を変化させることができる。さらに、LD101のPD107側の端面から出射されるレーザ光についても、LD101のコリメータレンズ102側の端面から出射されるレーザ光の出力に比例して大幅に変化するので、PD107によりその出力変化を検出することにより、サーボ信号の検出や光ディスクdの再生等を行うことができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前述したような對物レンズ105とソリッドイマージョンレンズ108とを組み合わせてNAを大きくした場合と同等の効果をj得て、より小さなスポットサイズwを得るようにした場合、對物レンズ105とソリッドイマージョンレンズ108との位置合わせが困難であり、両者の位置関係が崩れてしまった場合には狙ったスポットサイズwが得られない。また、LD101とPD107とをスライダ109とは別の位置にそれぞれ配置するので両者の位置合わせも困難であるとともに、光ピックアップヘッドの小型軽量化が難しいという問題がある。

【0010】さらに、LD101自身の共振器とともに外部共振器をも有する構成になっている前述したようなSCOOPにおいては、その外部共振器を構成するLD101と光ディスクdとの間隔が光ディスクdの回転に伴って生じる光軸方向のブレによりフォーカスサーボしている時でも約1μmの幅で揺れ動いてしまい、外部共振器の安定度が極めて悪くなってしまうという問題がある。

【0011】本発明の目的は、ソリッドイマージョンレンズと對物レンズとの光軸調整を不要とし、かつ、高密度な記録・再生を可能にする小型の光ピックアップヘッドを得ることである。

【0012】本発明の目的は、光情報記録媒体に対してある姿勢を保つことができる光ピックアップヘッドを得ることである。

【0013】本発明の目的は、光情報記録媒体へのアクセス速度を速めることができる光ピックアップヘッドを得ることである。

【0014】本発明の目的は、外部共振器の共振器長を一定にすることができ、安定したレーザ発振を可能にすることができる光ピックアップヘッドを得ることである。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、垂直方向に共振器を構成してレーザ光を垂直方向に出射する面発光半導体レーザと、この面発光半導体レーザから出射されたレーザ光を集束する対物レンズとこの対物レンズにより集束されたレーザ光を光情報記録媒体上に照射させる半球形状で高屈折率のソリッドイマージョンレンズとを光軸を一致させて一体に成形した光学素子と、この光学素子と面発光半導体レーザとを介して光情報記録媒体からの反射光を受光する受光素子と、を備える。

【0016】したがって、面発光半導体レーザから垂直方向に出射されたレーザ光は、まず光学素子の対物レンズにより集束された後、対物レンズと一体に成形されたソリッドイマージョンレンズを介して光情報記録媒体上にスポット照射される。照射されたスポットは光情報記録媒体上で反射され、光学素子と面発光半導体レーザとを介して受光素子により受光される。これにより、光情報記録媒体上に照射されるスポットサイズは高屈折率のソリッドイマージョンレンズにより微小になるとともに、一体に成形されたソリッドイマージョンレンズと対物レンズとの光軸調整は不要になる。

【0017】請求項2記載の発明は、請求項1記載の光ピックアップヘッドにおいて、面発光半導体レーザと受光素子とを光学素子の対物レンズ上に順に積み重ねて一体に形成した。

【0018】したがって、光学素子上に面発光半導体レーザと受光素子とが順に積み重ねられて一体に形成される。これにより、光学素子と面発光半導体レーザと受光素子とのそれぞれの位置合わせが容易になるとともに、光ピックアップヘッドの小型化が図れる。

【0019】請求項3記載の発明は、光情報記録媒体にレーザ光を照射して情報の再生・記録を行う光ピックアップヘッドにおいて、水平方向に共振器を構成してレーザ光を水平方向に出射する端面発光半導体レーザと、この端面発光半導体レーザから出射されたレーザ光を集束する対物レンズとこの対物レンズにより集束されたレーザ光を光情報記録媒体上に照射させる半球形状で高屈折率のソリッドイマージョンレンズとを光軸を一致させて一体に成形した光学素子と、この光学素子と端面発光半

導体レーザとを介して光情報記録媒体からの反射光を受光する受光素子と、を備える。

【0020】したがって、端面発光半導体レーザから水平方向に出射されたレーザ光は、まず光学素子の対物レンズにより集束された後、対物レンズと一体に成形されたソリッドイマージョンレンズを介して光情報記録媒体上にスポット照射される。照射されたスポットは光情報記録媒体上で反射され、光学素子と端面発光半導体レーザとを介して受光素子により受光される。これにより、光情報記録媒体上に照射されるスポットサイズは高屈折率のソリッドイマージョンレンズにより微小になるとともに、一体に成形されたソリッドイマージョンレンズと対物レンズとの光軸調整は不要になる。

【0021】請求項4記載の発明は、請求項3記載の光ピックアップヘッドにおいて、光の進行方向を90°回転させる反射光学系を対物レンズ上に更に備え、この反射光学系と端面発光半導体レーザと受光素子とを光学素子上に順に並べて一体に形成した。

【0022】したがって、対物レンズ上に備えられる光の進行方向を90°回転させる反射光学系と端面発光半導体レーザと受光素子とが光学素子上に順に並べられて一体に形成される。これにより、光学素子と反射光学系と端面発光半導体レーザと受光素子とのそれぞれの位置合わせが容易になるとともに、光ピックアップヘッドの小型化が図れる。

【0023】請求項5記載の発明は、請求項2又は4記載の光ピックアップヘッドにおいて、複数の受光素子を光学素子の対物レンズ上に並べて一体に形成し、これらの受光素子における受光量により光情報記録媒体に対する傾きを検出・修正するヘッド傾斜検出・修正手段を備える。

【0024】したがって、光学素子の対物レンズ上に並べられた複数の受光素子によって光情報記録媒体からの反射光が受光され、それら各受光素子の受光量に基づいて光情報記録媒体に対する傾きが検出・修正される。これにより、光ピックアップヘッドが、光情報記録媒体に対してある姿勢に保たれる。

【0025】請求項6記載の発明は、請求項1ないし5のいずれか一記載の光ピックアップヘッドをアレイ状に並べて形成した。

【0026】したがって、請求項1ないし5のいずれか一記載の光ピックアップヘッドがアレイ状に並べられるので、光情報記録媒体上の複数のマークが一度に照射され、それぞれに検出される。

【0027】請求項7記載の発明は、請求項1ないし6のいずれか一記載の光ピックアップヘッドを光情報記録媒体の回転に伴って浮上するスライダに搭載した。

【0028】したがって、請求項1ないし6のいずれか一記載の光ピックアップヘッドが光情報記録媒体の回転に伴って浮上するスライダに搭載されるので、光ピック

アップヘッドと光情報記録媒体との距離が一定に保たれる。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施の形態を図1ないし図3に基づいて説明する。図1は光ピックアップヘッド1を概略的に示す断面図、図2は光ピックアップヘッド1の面発光半導体レーザを概略的に示す断面図である。本実施の形態の光ピックアップヘッド1は、相変化記録方式の光ディスクDに対して、情報の記録、再生等を行うものである。

【0030】図1に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド1は、垂直共振器を構成してレーザ光を半導体基板6のレーザ出力穴6a（図2参照）に対して垂直に出射する面発光半導体レーザ2と、PN接合を有する受光素子であるフォトダイオード（以下、PDという）3と、プレーナ型光学素子4とを主体に構成されている。図2に示すように、面発光半導体レーザ2は光学的利得を備えた活性層5を半導体基板6上に有しており、この活性層5には円筒状の活性領域7が形成されている。このような活性領域7の両端部にはそれぞれ反射鏡8が備えられている。ここで、反射鏡8には、高い反射率を実現するために半導体多層膜反射鏡や誘電体多層膜反射鏡が用いられている。なお、反射鏡8のサイズと、後述する光ディスクDの記録面に形成されるスポットサイズとは、比例する。

【0031】また、プレーナ型光学素子4は、例えば透明な光学ガラスであるBK-7（波長768.2nmでの屈折率を1.5115とする）や半導体を形成材料とした基板4aを主体に構成されている。この基板4aには、フォトリソグラフィ技術とドライエッチングとにより凹曲面4b、4cが形成されている。これらの凹曲面4bと凹曲面4cとは、基板4aの屈折率よりも高屈折率材料であるSFS-1（波長768.2nmでの屈折率を1.7335とする）やLaF-2（波長768.2nmでの屈折率を1.8927とする）等がそれぞれスパッタ法により埋めこまれることにより、レンズが形成されている。つまり、面発光半導体レーザ2側の凹曲面4bのレンズは対物レンズとして機能し、光ディスクD側の凹曲面4cのレンズはソリッドイマージョンレンズとして機能するものである。凹曲面4bに形成された対物レンズ（以下、対物レンズ4bとする）と、凹曲面4cに形成されたソリッドイマージョンレンズ（以下、ソリッドイマージョンレンズ4cとする）とは、光軸を一致させて対物レンズ4bにおいて集光した光をソリッドイマージョンレンズ4cの底面に集束するような距離を隔てるように形成されている。

【0032】すなわち、光ピックアップヘッド1は、プレーナ型光学素子4の上に面発光半導体レーザ2とPD3とを積み重ねて形成されている。

【0033】このような構成において、例えば光ディスクDの再生時には、面発光半導体レーザ2の両端部の反

射鏡8から出射されたレーザ光の内、光ディスクD側へ出射されたレーザ光が対物レンズ4bにより集光されてからソリッドイマージョンレンズ4cに入射する。その入射光は、ソリッドイマージョンレンズ4cにより屈折されてその底面に集束する。また、このソリッドイマージョンレンズ4cと光ディスクDの記録面との間隔がレーザ光の波長以下の間隔（例えば、100nm以下）である場合には、ソリッドイマージョンレンズ4cの底面に形成されるスポットサイズと、光ディスクDの記録面に形成されるスポットサイズとは略同一になる。これにより、レーザ光が光ディスクDの記録面上に集束され、光ディスクDの記録面上に記録されたマークを照射する。その後、この光ディスクDの記録面からの反射光は逆の経路を辿り、面発光半導体レーザ2の光ディスクD側端部に戻る。この戻り光がある場合には、面発光半導体レーザ2の自己結合効果により、注入電流の閾値が戻り光の強度に比例して低下する。すなわち、戻り光がある場合と戻り光がない場合との中間の電流値を注入電流の電流値として設定しておけば、光ディスクDの記録面からの反射光の強度に応じて面発光半導体レーザ2からのレーザ光の出力を変化させることができる。すなわち、光ディスクDの記録面上にマークを有するか否かにより生じる反射率の違いに応じて変化する反射レーザ光の出力をPD3において検出することにより、光ディスクDの再生が可能になる。

【0034】ここに、光ディスクDの記録面上に記録されたマークに照射されるスポットサイズは高屈折率のソリッドイマージョンレンズ4cによって微小になり高密度な記録・再生が可能になるとともに、プレーナ型光学素子4として一体に成形されたソリッドイマージョンレンズ4cと対物レンズ4bとの光軸調整は不要になる。また、プレーナ型光学素子4上に面発光半導体レーザ2とPD3とが順に積み重ねられて一体に形成されるので、それぞれの位置合わせが容易になるとともに、光ピックアップヘッド1の小型化が図れる。

【0035】なお、本実施の形態においては、面発光半導体レーザ2とPD3とを同一の半導体基板6上に形成したが、これに限るものではない。例えば、図3に示す光ピックアップヘッド1'のように、PD3をシリコン基板（図示せず）の上に形成し、面発光半導体レーザ2とPD3との間に隙間を形成するような放熱板3aを挟んで配置しても良い。

【0036】次に、本発明の第二の実施の形態を図4に基づいて説明する。なお、前述した実施の形態と同一部分は同一符号で示し説明も省略する（後述する第三、第四、第五、及び第六の実施の形態において同様）。図4は、光ピックアップヘッド9を概略的に示す断面図である。図4に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド9では、第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1の面発光半導体レーザ2に代えて、端面発光半導体

レーザ10が備えられており、この端面発光半導体レーザ10とPD3とプレーナ型光学素子4と反射光学系であるプリズム11とを主体に構成されている。

【0037】端面発光半導体レーザ10は、半導体基板10a上に水平共振器を構成する活性層10bを有してレーザ光を半導体基板10aに対して水平に出射する。この端面発光半導体レーザ10はPD3とともに基板12上に配置され、この基板12はプレーナ型光学素子4上に備えられる。

【0038】プリズム11の斜面部11aには、ArやCr等の反射膜がコーティングされている。また、プリズム11の端面発光半導体レーザ10側の面11bには、レーザ光の反射防止のための反射防止膜が設けられている。このプリズム11は、プレーナ型光学素子4の対物レンズ4b上に配置され、端面発光半導体レーザ10から出射されたレーザ光の光路を変更してプレーナ型光学素子4の対物レンズ4bへと導く。

【0039】このような構成において、例えば光ディスクDの再生時には、端面発光半導体レーザ10の両端部から出射されたレーザ光の内、プリズム11側へ出射されたレーザ光が斜面部11aにおいて反射されて対物レンズ4bにより集光されてからソリッドイマージョンレンズ4cに入射する。その入射光は、ソリッドイマージョンレンズ4cにより屈折されてその底面に集束する。また、このソリッドイマージョンレンズ4cと光ディスクDの記録面との間隔がレーザ光の波長以下の間隔（例えば、100nm以下）である場合には、ソリッドイマージョンレンズ4cの底面に形成されるスポットサイズと、光ディスクDの記録面に形成されるスポットサイズとは略同一になる。これにより、レーザ光が光ディスクDの記録面上に集束され、光ディスクDの記録面上に記録されたマークを照射する。その後、この光ディスクDの記録面からの反射光は逆の経路を辿り、端面発光半導体レーザ10のプリズム11側端部に戻る。この戻り光がある場合には、端面発光半導体レーザ10の自己結合効果により、注入電流の閾値が戻り光の強度に比例して低下する。すなわち、戻り光がある場合と戻り光がない場合との中間の電流値を注入電流の電流値として設定しておけば、光ディスクDの記録面からの反射光の強度に応じて端面発光半導体レーザ10からのレーザ光の出力を変化させることができる。すなわち、光ディスクDの記録面上にマークを有するか否かにより生じる反射率の違いに応じて変化する反射レーザ光の出力をPD3において検出することにより、光ディスクDの再生が可能になる。

【0040】ここに、光ディスクDの記録面上に記録されたマークに照射されるスポットサイズは高屈折率のソリッドイマージョンレンズ4cによって微小になり高密度な記録・再生が可能になるとともに、プレーナ型光学素子4として一体に成形されたソリッドイマージョンレ

ンズ4cと対物レンズ4bとの光軸調整は不要になる。また、対物レンズ4b上に備えられるプリズム11と端面発光半導体レーザ10とPD3とがプレーナ型光学素子4上に順に並べられて一体に形成されるので、それぞれの位置合わせが容易になるとともに、光ピックアップヘッド9の小型化が図れる。

【0041】次に、本発明の第三の実施の形態を図5ないし図6に基づいて説明する。図5は、光ピックアップヘッド13を概略的に示す断面図である。図5に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド13は、第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1の面発光半導体レーザ2の周囲であって対物レンズ4b上に4つの受光素子14（各受光素子を14a、14b、14c、14dとする（図6参照））を配置したものである。

【0042】受光素子14は、面発光半導体レーザ2の上部に備えられたPD3と同じPN接合を有するフォトダイオードであって、プレーナ型光学素子4の対物レンズ4b上に配置される。これらの受光素子14は、光ディスクDの記録面上での反射時に散乱されて発生する回折光を検出するためのものである。なお、受光素子14はこれに限らず、面発光半導体レーザ2を形成する際に半導体基板6上に形成しても良いし、1つの受光素子をマトリクス状に4分割したものでも良い。さらに、配置される受光素子14は、4つに限るものではない。

【0043】このような構成において、本実施の形態の光ピックアップヘッド13の光ディスクDの再生等の動作については、基本的に前述した第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1での動作と何ら変わるものではない。ただし、本実施の形態の光ピックアップヘッド13では、その光ディスクDの再生等の際に光ピックアップヘッド13の光ディスクDに対する傾きを検出するヘッド傾斜検出処理を実行する点でのみ第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1とは異なるものである。ここでは、ヘッド傾斜検出処理について図6に基づき以下に説明する。

【0044】光ピックアップヘッド13の光ディスクDに対する傾きがない場合には、各受光素子14a、14b、14c、14dにおける回折光の受光パターンpは図6（a）に示すようになり、全ての受光素子14の受光面積（受光量）が均一になっている。これに対し、光ピックアップヘッド13が光ディスクDに対して傾いている場合の受光パターンpは、例えば図6（b）、（c）、（d）、（e）に示すようになり、各受光素子14a、14b、14c、14dの受光面積（受光量）は不均一になってしまう。

【0045】そこで、各受光素子14a、14b、14c、14dの受光面積（受光量）のパラツキに基づいて光ピックアップヘッド13の光ディスクDに対する傾きを検出するヘッド傾斜検出・修正手段が、本実施の形態の光ピックアップヘッド13に設けられている。このヘ

ッド傾斜検出・修正手段は、光ピックアップヘッド13に内蔵されるマイコン（図示せず）により制御されてお

$$T1 = (14a + 14c) - (14b + 14d) \quad \dots (1)$$

$$T2 = (14a + 14b) - (14c + 14d) \quad \dots (2)$$

の2つの演算式(1)、(2)により、受光パターンpのズレ方向を検出する。例えば、図6(b)のように中心から左にズレている場合では“ $T1 > 0$ 、 $T2 = 0$ ”、図6(c)のように中心から右にズレている場合では“ $T1 < 0$ 、 $T2 = 0$ ”、図6(d)のように中心から上にズレている場合では“ $T1 = 0$ 、 $T2 > 0$ ”、図6(e)のように中心から下にズレている場合では“ $T1 = 0$ 、 $T2 < 0$ ”のように受光パターンpのズレ方向が検出される。

【0046】さらに、ヘッド傾斜検出・修正手段は、検出された受光パターンpのズレ方向に基づいて光ピックアップヘッド13の位置をマイコンにより制御して、光ピックアップヘッド13の光ディスクDに対する傾きをある姿勢に修正する。

【0047】ここに、プレーナ型光学素子4の対物レンズ4b上に並べられた複数の受光素子14によって光ディスクDからの反射光が受光され、それら各受光素子14の受光量に基づいて光ディスクDに対する傾きが検出・修正される。これにより、光ピックアップヘッド13が光ディスクDに対してある姿勢に保たれるので、スポットサイズが安定して均一に得られ、高密度な記録・再生が可能になる。

【0048】次に、本発明の第四の実施の形態を図7に基づいて説明する。図7は、光ピックアップヘッド15を概略的に示す断面図である。図7に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド15は、第二の実施の形態の光ピックアップヘッド9のプリズム11の周囲であって対物レンズ4b上に4つの受光素子14を配置したものである。

【0049】このような構成において、本実施の形態の光ピックアップヘッド15の光ディスクDの再生等の動作については、基本的に前述した第二の実施の形態の光ピックアップヘッド9での動作と何ら変わるものではない。また、本実施の形態の光ピックアップヘッドでは、その光ディスクDの再生等の際に光ピックアップヘッド15の光ディスクDに対する傾きを検出するヘッド傾斜検出処理を実行する点でのみ第二の実施の形態の光ピックアップヘッド9とは異なるものである。このヘッド傾斜検出処理については、前述した第三の実施の形態と同様であるので、説明は省略する。

【0050】ここに、プレーナ型光学素子4の対物レンズ4b上に並べられた複数の受光素子14によって光ディスクDからの反射光が受光され、それら各受光素子14の受光量に基づいて光ディスクDに対する傾きが検出・修正される。これにより、光ピックアップヘッド15が光ディスクDに対してある姿勢に保たれるので、ス

り、各受光面積（受光量）に基づき、

ットサイズが安定して均一に得られ、高密度な記録・再生が可能になる。

【0051】次に、本発明の第五の実施の形態を図8に基づいて説明する。図8は、光ピックアップヘッド16を概略的に示す斜視図である。図8に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド16は、第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1を3×3のアレイ状に配置して形成されている。また、アレイ状に配置された各光ピックアップヘッド1は、それぞれに駆動回路（図示せず）を有しており、別個にマイコンにより駆動制御される。

【0052】このような構成において、本実施の形態の光ピックアップヘッド16の各光ピックアップヘッド1の光ディスクDの再生等の動作については、前述した第一の実施の形態の光ピックアップヘッド1での動作と何ら変わるものではないが、光ピックアップヘッド16を構成する光ピックアップヘッド1がそれぞれ別個に動作する点で異なる。すなわち、光ピックアップヘッド16では、光ディスクDの記録面上の複数のマークを同時に照射することが可能になる。

【0053】ここに、光ピックアップヘッド16が光ピックアップヘッド1をアレイ状に並べて形成されることにより、光ディスクD上の複数のマークが一度に照射されてそれぞれに検出されるので、光ディスクDへのアクセス速度が速められる。

【0054】なお、本実施の形態においては、光ピックアップヘッド1をアレイ状に配置して光ピックアップヘッド16を形成したが、これに限るものではなく、光ピックアップヘッド1'、光ピックアップヘッド9、光ピックアップヘッド13、又は光ピックアップヘッド15のいずれかをアレイ状に配置して光ピックアップヘッド16を形成しても良い。また、アレイ状の配置は、3×3に限るものではない。

【0055】次に、本発明の第六の実施の形態を図9及び図10に基づいて説明する。図9はスライダ17に搭載した光ピックアップヘッド13'を概略的に示す斜視図、図10はスライダ17に搭載した光ピックアップヘッド13'を概略的に示す断面図である。図9及び図10に示すように、本実施の形態の光ピックアップヘッド13'は、前述した第三の実施の形態の光ピックアップヘッド13とはプレーナ型光学素子4の対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとの距離のみが異なるプレーナ型光学素子4'を備えている。

【0056】スライダ17は、プレーナ型光学素子4の対物レンズ4bやソリッドイマージョンレンズ4cと同様の形成材料（例えばSFS-1）により形成されてい

る。なお、図10に示すように、プレーナ型光学素子4'の対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとは、対物レンズ4bにおいて集光した光をソリッドイマージョンレンズ4cを介してスライダ17の底部に集束するような距離を隔てるように形成されている。

【0057】このような構成において、本実施の形態の光ピックアップヘッド13'の光ディスクDの再生等の動作については、基本的に前述した第三の実施の形態の光ピックアップヘッド13での動作と何ら変わるものではない。ただし、本実施の形態においては、スライダ17が、光ディスクDが回転することにより光ディスクDの記録面側に生じる空気の粘性膜により浮上力を発生する。このスライダ17の浮上力とスライダ17に備えた板バネ（図示せず）の押圧とが釣り合うようにすることにより、スライダ17と光ディスクDとの間に一定の空気層が形成されるので、スライダ17に搭載された光ピックアップヘッド13'と光ディスクDの記録面との間隔がレーザ光の波長以下の間隔（例えば、100nm以下）で安定して維持される。なお、ここでは図示しないが、スライダ17の光ディスクD側に溝等を形成すれば更に安定度を増すことが可能になる。さらに、前述したヘッド傾斜検出・修正手段により検出された受光パターンpのズレ方向に基づいてスライダ17の位置をマイコンにより制御し、スライダ17に搭載された光ピックアップヘッド13'の光ディスクDに対する傾きが修正される。

【0058】ここに、光ピックアップヘッド13'が光ディスクDの回転に伴って浮上するスライダ17に搭載されることにより、光ピックアップヘッド13'と光ディスクDとの距離が一定に保たれるので、面発光半導体レーザ2と光ディスクDとにより構成される外部共振器の共振器長が一定になり、安定したレーザ発振が可能になる。

【0059】なお、本実施の形態においては、光ピックアップヘッド13のプレーナ型光学素子4の対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとの距離のみを変更したプレーナ型光学素子4'を備えた光ピックアップヘッド13'をスライダ17に搭載したが、これに限るものではなく、光ピックアップヘッド1、光ピックアップヘッド1'、光ピックアップヘッド9、光ピックアップヘッド15、又は光ピックアップヘッド16のいずれかのプレーナ型光学素子4の対物レンズ4bとソリッドイマージョンレンズ4cとの距離のみを変更してスライダ17に搭載するようにしても良い。

【0060】また、各実施の形態において、対物レンズ4bは、レーザ光をより多く入射させるようなNAを有するものであれば、球面又は非球面であるかは問わない。

【0061】さらに、各実施の形態において、ソリッドイマージョンレンズ4cは、半球と超半球とのいずれの

形状であっても良いが、より小さなスポットサイズを得るためにはソリッドイマージョンレンズ4cを超半球形状としたほうが良い。

【0062】なお、各実施の形態において、光ディスクDを相変化記録方式としたが、これに限るものではない。

【0063】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、面発光半導体レーザから垂直方向に出射されて対物レンズにより集束された光を高屈折率のソリッドイマージョンレンズによって微小スポットにして光情報記録媒体に照射するので、高密度な記録・再生をすることができるとともに、ソリッドイマージョンレンズと対物レンズとを光学素子として光軸を一致させて一体に成形したので、光軸調整を不要とすることができる。

【0064】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の光ピックアップヘッドにおいて、光学素子上に面発光半導体レーザと受光素子とを順に積み重ねて一体に形成するので、それぞれの位置合わせを容易にすることができるとともに、光ピックアップヘッドの小型化を図ることができる。

【0065】請求項3記載の発明によれば、端面発光半導体レーザから水平方向に出射されて対物レンズにより集束された光を高屈折率のソリッドイマージョンレンズによって微小スポットにして光情報記録媒体に照射するので、高密度な記録・再生をすることができるとともに、ソリッドイマージョンレンズと対物レンズとを光学素子として光軸を一致させて一体に成形したので、光軸調整を不要とすることができる。

【0066】請求項4記載の発明によれば、請求項3記載の光ピックアップヘッドにおいて、対物レンズ上に備えられる反射光学系と端面発光半導体レーザと受光素子とを光学素子上に順に並べられて一体に形成するので、それぞれの位置合わせを容易にすることができるとともに、光ピックアップヘッドの小型化を図ることができる。

【0067】請求項5記載の発明によれば、請求項2又は4記載の光ピックアップヘッドにおいて、光情報記録媒体からの反射光を受光する複数の受光素子を光学素子の対物レンズ上に並べ、それら各受光素子の受光量に基づいて光情報記録媒体に対する傾きを検出・修正することにより、光ピックアップヘッドを光情報記録媒体に対してある姿勢を保つことができるので、スポットサイズを安定して均一に得ることができ、高密度な記録・再生を可能にすることができる。

【0068】請求項6記載の発明によれば、光ピックアップヘッドをアレイ状に並べることにより、光情報記録媒体上の複数のマークを一度に照射してそれぞれに検出することができるので、光情報記録媒体へのアクセス速度を速めることができる。

【0069】請求項7記載の発明によれば、光ピックアップヘッドを光情報記録媒体の回転に伴って浮上するスライダに搭載することにより、光ピックアップヘッドと光情報記録媒体との距離を一定に保つことができるので、外部共振器の共振器長を一定にすることができ、安定したレーザ発振を可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態の光ピックアップヘッドの一例を概略的に示す断面図である。

【図2】光ピックアップヘッドの面発光半導体レーザを概略的に示す断面図である。

【図3】光ピックアップヘッドの別の一例を概略的に示す断面図である。

【図4】本発明の第二の実施の形態の光ピックアップヘッドを概略的に示す断面図である。

【図5】本発明の第三の実施の形態の光ピックアップヘッドを概略的に示す断面図である。

【図6】受光素子における回折光の受光パターンを模式的に示す正面図である。

【図7】本発明の第四の実施の形態の光ピックアップヘッドを概略的に示す断面図である。

【図8】本発明の第五の実施の形態の光ピックアップヘッドを概略的に示す斜視図である。

【図9】本発明の第六の実施の形態のスライダに搭載された光ピックアップヘッドを概略的に示す斜視図である。

【図10】スライダに搭載された光ピックアップヘッドを概略的に示す断面図である。

【図11】従来の光ピックアップヘッドの一例を示す構成図である。

【図12】従来のソリッドイマージョンレンズを備えた光ピックアップヘッドの一部を示す側面図である。

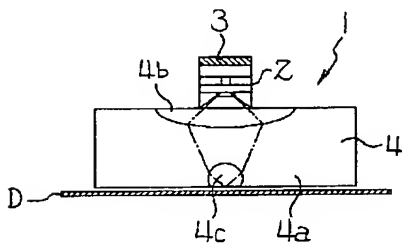
【図13】従来のスライダに搭載された光ピックアップヘッドの一部を示す側面図である。

【図14】従来の自己結合型光ピックアップヘッドの一例を示す構成図である。

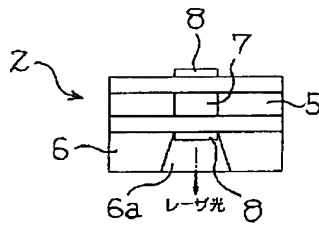
【符号の説明】

2	面発光半導体レーザ
3, 14	受光素子
4	光学素子
4b	対物レンズ
4c	ソリッドイマージョンレンズ
10	端面発光半導体レーザ
11	反射光学系
17	スライダ
D	光情報記録媒体

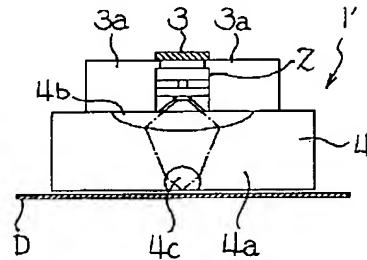
【図1】



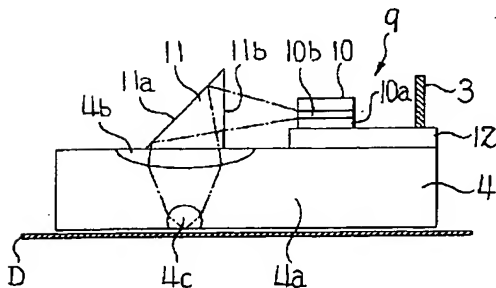
【図2】



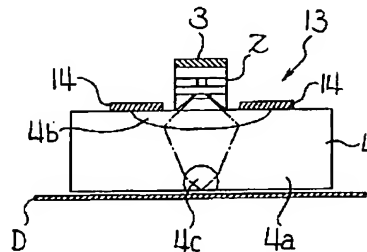
【図3】



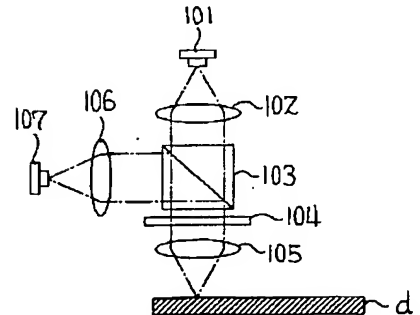
【図4】



【図5】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.